

## 영산강 하구의 진주담치에 기생하는 *Pseudomyicola spinosus*(요각류)의 세대해석

최상덕 · 서해립  
전남대학교 해양학과

### Analysis of the Generations of *Pseudomyicola spinosus* (Copepoda, Poecilostomatoidea) from the Blue Mussel, *Mytilus galloprovincialis* in the Yongsan River Estuary

SANG-DUK CHOI AND HAE-LIP SUH

Department of Oceanography, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

영산강 하구역에 분포하는 진주담치에 기생하는 요각류, *Pseudomyicola spinosus*의 계절 변동을 조사했다. 본 종은 일년에 4世대를 영위하며 여름에 나타난 세대의 개체수가 가장 많았다. 성비는 9월을 제외하고 6~10월은 수컷이, 1월을 제외한 11~5월은 암컷성체가 각각 우세하게 나타났다. 포란성체는 2월을 제외하고 연중 발견되었다. 포란성체가 많이 나타난 1개월 후에는 copepodid가 많이 출현하였다. Copepodid 1~3기는 전체의 약 4%에 불과하였으며, 이러한 결과는 copepodid 4기에 본격적인 감염이 이루어지고 있음을 시사하였다.

We report on the seasonal fluctuation of a poecilostomatoid copepod, *Pseudomyicola spinosus* associated with the blue mussel, *Mytilus galloprovincialis* in the Yongsan River estuary (34°47'N, 126°27'E). *P. spinosus* has four generations a year, seasonally succeeding each other. The generation that occurs during summer has the highest number of individuals. From June to October with the exception of September, males dominated while female outnumbered from November to May with the exception of January. It is possible to find ovigerous females all year with the exception of February. The largest number of ovigerous females occurs a month earlier than copepodids do. The percentage of C1 to C3 is approximately 4% of the total number of copepodids, indicating that in situ infestation by copepodids mainly occurs in C4 stage.

## 서 론

절지동물문 갑각강에 속하는 요각류(Copepoda)는 다양한 환경에 적응하여, 형태 및 기능적으로 분화하는데 성공한 커다란 생물군이다. 이들은 부유성, 저서성, 공생 및 기생성 등 여러 가지 생활양식을 가질 뿐만 아니라 서식처는 해수, 기수, 육수 그리고 육상에까지 이르고 있다. 특히 기생성 요각류는 어류를 포함한 척추동물과 패류, 불가사리, 갯

지렁이류 및 해삼류 등의 무척추동물에 널리 분포한다(Gotto, 1979; Kabata, 1979, 1981).

부유성과 저서성 요각류에 대하여는 생태계내의 1차 소비자 또는 2차 소비자로서 중요시 되어, 분류, 생리 그리고 생태에 관한 많은 연구가 이루어졌으며, 외양역과 연안역에 우점적으로 출현하는 종에 대하여서는 생활사 등도 많이 밝혀져 있는 실정이다(Marshall and Orr, 1955; Corner and O'Hara, 1986). 그러나 공생 및 기생성 요각류에 관한 연구는

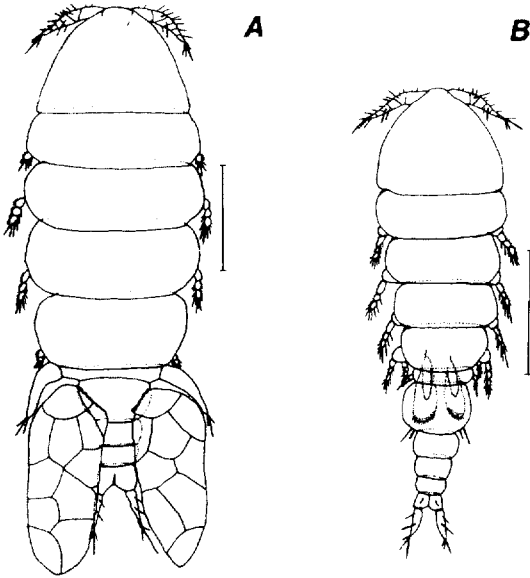


Fig. 1. Ovigerous female (A) and male (B) of *Pseudomyicola spinosus* (Raffaele & Monticelli, 1885). Scale bars denote 400  $\mu$ m.

분류학적인 연구(Yamaguti, 1936; Tanaka, 1961; Ko *et al.*, 1962; Humes, 1968; Kabata, 1979; Ho, 1980; Suh and Choi, 1990)에 치우쳐 있으며 생리, 생태학적 연구는 매우 적은 실정이다(Do and Kajihara, 1986; Costanzo and Calafiore, 1987; Davey, 1989; Toda, 1990). 그러함에도 불구하고 산업적으로 중요한 많은 패류에서 기생성 요각류에 의한 병해 및 성장저해가 보고되어 왔으며, 또한 그로 인하여 상품 가치가 떨어지게 되는 경우도 적지 않았다(Wilson, 1938; Dinamani and Gordon, 1974; Davey and Gee, 1976; Davey *et al.*, 1978; Paul, 1983; Pregonzer, 1983). 따라서 기생성 요각류의 생활사 및 생태에 관한 연구는 단순히 생물학적 흥미를 충족시키는데 머물지 않고 산업적으로도 중요하다.

국내의 기생성 요각류에 관한 연구는 극히 미흡하여 지금까지 3편의 분류학적 논문이 발표되었을 뿐이다. Ho and Kim(1989)은 동해안에서 채집된 어류에서 기생성 요각류 1종 *Sphyrion lumpi*의 출현을 보고하였으며, Kim(in press)은 해삼류에 기생하는 Harpacticoida 아목의 요각류 *Namakosira koreensis*를 신종으로 보고하였다. Suh and

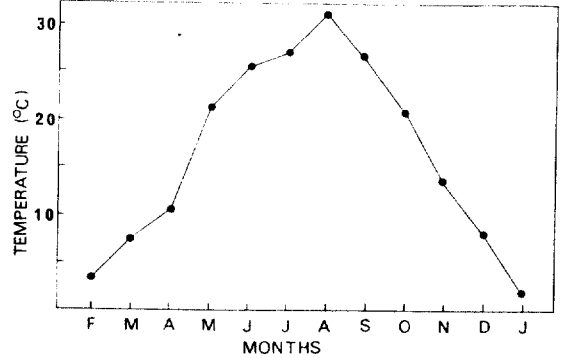


Fig. 2. Monthly fluctuation of water temperature in the Yongsan River estuary from February, 1989 through January, 1990.

Choi(1990)는 영산강 하구둑의 진주담치를 숙주로 하는 기생성 요각류의 동물상을 밝혀, 2종을 한국 미기록종으로 보고함과 아울러 *Pseudomyicola spinosus*(Fig. 1)가 우점하고 있음을 밝혔다. *P. spinosus*는 대서양, 지중해, 흑해, 인도양 및 태평양에 널리 분포하고 있는 대표적인 세계보편종이며, 태평양에서는 남위 42°에서 북위 42° 사이에 광범위하게 분포한다(Humes, 1968; Ho, 1980; Pregonzer, 1983; Do and Kajihara, 1986). *P. spinosus*의 세대 해석에 관한 연구는 몇 편의 논문이 발표되어 있으나, 의견이 일치하지 않는 부분이 적지 않았다. 예를 들어, 일본 도쿄만의 진주담치에 서식하는 *P. spinosus*는 연중 5~6세대가 나타나는 것으로 추정하고 있으나(Kajihara and Nakamura, 1985; Do and Kajihara, 1986), 최근 Toda(1990)는 시모타만에서는 연중 4세대가 출현하였다고 보고하고 있다.

본 연구에서는 한국 연안의 조간대에서 흔히 볼 수 있는 진주담치에 우점적으로 서식하는 *P. spinosus*를 대상으로 하여 1년간 매월 정기적으로 성별, 포란성체 및 copepodid의 출현 개체수를 조사하여 본 종의 세대간 특징을 해석하고자 하였다.

## 재료 및 방법

영산강 하구둑 바깥쪽에서 最低潮位線을 중심으로 위 아래 각각 30 cm의 범위에 서식하는 진주담치를 1989년 2월에서 1990년 1월까지 1년 동안 매월 약 200 개체씩 정기적으로 채집하였다. 채집과 동시에

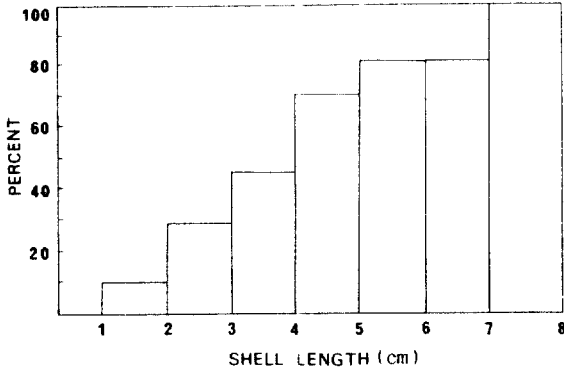


Fig. 3. Relationship between percentage of infestation and size groups of *Mytilus galloprovincialis*.

현장수온을 측정하였다(Fig. 2). 채집한 시료는 휴대용 항온수조를 이용하여 현장수온을 유지하면서 운반하여 온도변화에 따른 충격을 줄였다. 실험실의 항온기로 옮긴 담치는 패각외부에 붙어있는 이물질을 제거한 후, 각장은 Vernier caliper를 사용하여 0.1 mm 수준까지 측정하였다. 측정이 끝난 진주담치는 petri-dish 안에서 前後閉殼筋을 절단한 다음, 미리 준비한 여과해수로 외투강 및 소화관 내부를 씻어내는 방법으로 요각류를 채집하였다. 이렇게 채집한 요각류는 즉시 5% 중성 포르말린으로 고정한 후, Do et al.(1984)을 참고하여 다리의 마디수와 복부절의 형태적 특징을 관찰하여 유생발달단계 및 성숙단계를 구별하였다. 한편, copepodid 4기부터 생식절에 나타나는 性徵으로서 암수를 구별하였으며, 암컷성체(adult female) 가운데 생식절에 알주머니(egg sac)를 갖고 있는 개체들은 포란성체(ovigerous female)로 계수했다.

결 과

조사기간 중(1989년 2월~1990년 1월) 영산강 하구역에 있어서 최저수온은 1990년 1월에 1.5°C, 최고수온은 1989년 8월에 31.0°C이었고, 연간 평균 수온은 16.1°C이었다. 또한 10°C 이상인 달은 1989년 4~11월까지였다(Fig. 2). *Pseudomyicola spinosus*의 기생률은 숙주인 진주담치의 각장에 비례하여 높아지는 양상을 보였다(Fig. 3). 기생율은 진주담치의 각장에 따라 10~19 mm에서는 9%, 20~29 mm에

Table 1. Percentage of infestation of mussels, number of *Pseudomyicola* per mussel, and sex ratio (M/F) of *Pseudomyicola spinosus* in the Yongsan River estuary from February, 1989 through January, 1990.

Date	Percentage of infestation of mussels	Number of <i>Pseudomyicola</i> per mussel	Sex ratio
22 Feb. 1989	36	1.48	0.41
23 Mar. 1989	35	1.68	0.61
12 Apr. 1989	13	1.04	0.39
23 May 1989	9	2.56	0.21
26 Jun. 1989	73	3.44	1.76
21 Jul. 1989	69	3.08	1.10
14 Aug. 1989	55	3.47	1.14
19 Sep. 1989	44	2.24	0.63
17 Oct. 1989	66	2.89	1.11
14 Nov. 1989	41	2.00	0.54
15 Dec. 1989	54	1.79	0.80
13 Jan. 1990	55	2.48	1.07

서는 28%, 30~39 mm에서는 45%, 40~49 mm에서는 70%, 50~59 mm에서는 81%, 60~69 mm에서는 81%, 그리고 70~79 mm에서는 100%로 나타났다.

조사기간 중 진주담치당 *P. spinosus*의 출현개체수와 감염율(감염숙주수/총숙주수)의 월별변동은 각각 Table 1에 나타내었다. 진주담치당 출현개체수는 8월에 3.47로 최고이었으며, 최저는 4월에 1.04이었다. 대체적으로 봄에서 가을 사이에 높았고 겨울에서 봄철 사이에는 낮았다. 이러한 현상은 늦은 봄에서 초겨울에 걸쳐 활발한 生殖活動이 일어났으나 겨울에는 현저히 둔화되었음을 나타낸다. 한편 감염율은 2~5월에는 40% 이하로 낮게 나타났으며 특히 5월에 9%로 가장 낮았다. 그러나 6월~다음해 1월까지 40% 이상으로 높게 나타났으며, 6월에는 감염율이 급속히 증가하여 연중 최고값은 73%에 달하였다(Table 1).

전체의 性比(수컷/암컷)는 copepodid가 높게 출현하였던 6월, 8월 및 10월에 각각 높게 나타났으며, 그 가운데 6월이 1.76으로 가장 높았고 5월에는 0.21로 가장 낮았다. 1.0~1.15 범위로 대략 암수가 비슷한 비율로 출현한 달은 7, 8, 10월과 12월 그리고 다음해 1월이었다. 한편 2~5월, 9월, 11~12월에는 각각 0.41, 0.61, 0.39, 0.21, 0.63, 0.54와 0.80으로 나타나 암컷이 수컷보다 많이 출현하였다. 특히, 저

Table 2. Number of hosts, males, females, ovigerous females, and copepodids of *Pseudomyicola spinosus* found in 12 collections of *Mytilus galloprovincialis* in the Yongsan River estuary from February, 1989 through January, 1990.

Date	1989												Total
	22/2	23/3	12/4	23/5	26/6	21/7	14/8	19/9	17/10	14/11	15/12	13/1	
<b>Adults</b>													
Ovigerous females	0	1	1	11	47	140	55	69	48	46	3	1	422
Females	51	55	17	3	84	53	41	46	59	43	79	113	644
Males	21	34	7	3	230	213	109	73	119	48	66	122	1,045
Total	72	90	25	17	361	406	205	188	226	137	148	236	2,111
<b>Copepodids</b>													
C5-females	11	3	2	1	86	11	25	4	78	7	20	12	260
C5-males	0	1	0	0	26	1	21	3	45	5	9	6	117
C4-females	2	1	2	1	12	2	74	0	17	9	4	3	127
C4-males	1	4	0	3	17	1	43	1	9	4	10	13	106
C3	0	0	0	0	0	1	13	1	5	0	1	0	21
C2	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3
C1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	14	9	4	6	141	16	177	9	156	25	44	34	635
Total number of <i>Pseudomyicola</i> Host	86	99	29	23	502	422	382	197	382	162	192	270	2,746
Number of mussels examined	160	170	210	200	200	200	199	200	200	200	200	200	2,339

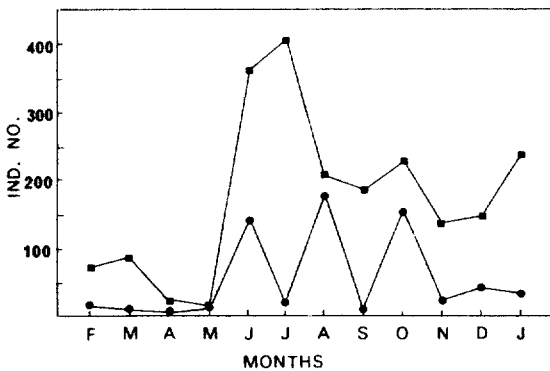


Fig. 4. Monthly variations of adult (squares) and copepodid (circles) populations of *Pseudomyicola spinosus*.

수온기인 2~5월에 암컷의 비율이 높았던 것은 이 기간 중 수컷의 사망률이 높았음을 의미한다. 그러나 조사기간 중 채집된 성체의 성비는 1.04로 암수가 비슷하게 나타났다(Table 1).

Copepodid의 개체수는 6, 8, 10월과 12월에 각각 높게 출현하였으며, 4회에 걸쳐 채집된 개체수가 전체의 81.6%를 차지하였다(Table 2, Fig. 4). 12월

에 채집된 개체수는 다른 달(6, 8월 및 10월)과 비교하여 적게 나타났다. 한편, 성체의 개체수는 copepodid보다 조사기간 중 언제나 많이 나타났으며, 성체가 350개체 이상 나타난 달은 6~7월이었다. 특히 7월에는 406개체가 채집되어 조사기간 중 가장 많았고 이는 전체의 19.2%에 이르렀다. 포란성체는 1989년 2월을 제외하고 조사기간 중 매달 출현하였으며, 암컷성체에 대한 포란성체의 비율은 5, 7, 9월 그리고 11월에 각각 높게 나타났다(Table 2).

Copepodid의 출현은 포란성체와 밀접한 관계가 있어, 포란성체 비율이 높게 나타난 달과 1개월의 간격을 두고, 즉 6, 8, 10월 그리고 12월에 copepodid가 다량 출현하는 경향을 나타냈다. 이 기간 중 6, 8월 및 10월에는 각각 141, 177, 156개체가 나타났으며, 이 기간 중 출현한 copepodid는 전체의 74.6%를 점하여 이 기간 중 활발한 생식활동이 일어났을 것으로 추정된다. 12월에 나타난 copepodid 개체수는 44로 6, 8월 및 10월과 비교하면 그 규모는 매우 작았다(Fig. 5).

조사기간 중 채집된 포란성체와 수컷성체 개체수의 변동은 Table 2와 Fig. 6과 같다. 수컷성체는 3,

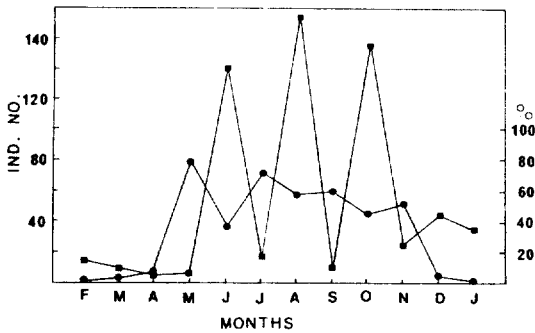


Fig. 5. Monthly variations in the percentage of ovigerous females (circles) and the number of copepodids (squares) of *Pseudomyicola spinosus*.

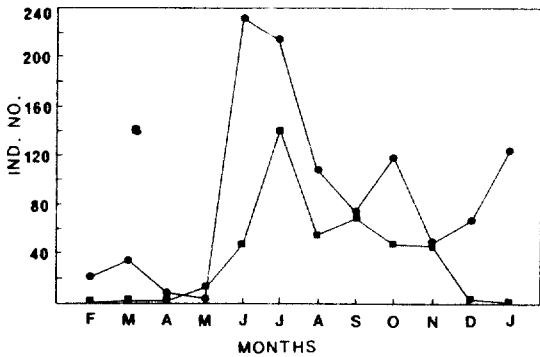


Fig. 6. Monthly variations in the number of ovigerous females (squares) and males (circles) of *Pseudomyicola spinosus*.

6, 10월 그리고 다음해 1월에 높게 나타났으며 6월에 나타난 수컷성체는 230개체로서 조사기간 중 가장 많이 출현하였고 이 때 채집된 개체수는 전체의 22%로 조사기간 중 가장 높았다. 뒤이어 7월에 나타난 포란성체는 전체의 33%로 가장 높게 나타났다. 특히, 12~5월에 채집된 수컷성체는 전체의 24.2%를 차지하였다. 이 기간 중 나타난 수컷성체 중 48.2%는 12월에 나타났으나, 4월과 5월에 나타난 수컷성체는 10개체로 가장 적었다. 한편 포란성체가 전체의 95.7%를 차지했던 기간 동안(6~11월)에 수컷성체의 개체수는 792로 조사기간 중 채집된 전체의 75.8%를 차지하였다.

### 고 찰

진주담치의 크기가 증가함에 따라 기생율도 증가

하는 경향이 나타났다(Table 1, Fig. 3). 본 조사 결과는 일본 도쿄만의 *Pseudomyicola spinosus*(Nakamura and Kajihara, 1979; Do and Kajihara, 1986)와 영국 남서해안의 *Mytilicola intestinalis*(Davey and Gee, 1976)의 보고와도 일치하고 있다. 이러한 현상은 여과섭식을 하는 담치류의 성장은 여과수량 및 접촉면적의 증가를 의미하며, 동시에 기생성 요각류의 숙주 발견의 기회가 증가하였기 때문이라고 추정되고 있다(Williams, 1969; Davey and Gee, 1976; Do and Kajihara, 1986). 또한 기생성 요각류는 음주광성(photo-negative)을 나타내기 때문에(Campbell, 1970), 숙주의 분포수심 및 밀도 역시 기생율에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Bolster, 1954; Paul, 1983; Toda, 1990).

영산강 하구둑에 분포하는 진주담치에 서식하는 기생성 요각류의 1종, *Pseudomyicola spinosus*는 4월과 5월에 가장 적게 나타났고, 6월에 급격히 개체수가 증가하는 양상을 보였다. 또한, 감염율은 출현 개체수와 同調적으로 변동하며 대체로 낮은 봄~초겨울은 50% 이상을 유지하지만 겨울~다음해 봄은 40% 이하로 감소하는 경향이 나타났다(Table 2). 따라서 *P. spinosus*는 봄에서 초겨울 사이에 활발히 생식하여 커다란 개체군을 유지하는 것으로 판단된다. 이러한 경향은 온대해역에 분포하는 생물에서 흔히 관찰되며, 일본 도쿄만과 시모타만의 *P. spinosus*와 지중해의 *Modiolicola insignis*에서도 보고된 바 있다(Do and Kajihara, 1986; Costanzo and Calafiore, 1987; Toda, 1990).

*P. spinosus* 암컷은 성숙하면 생식절 좌우에 있는 1쌍의 알주머니에 산란을 하며, 알주머니를 갖고 있는 암컷을 포란성체라 한다. 따라서 포란성체가 많이 나타난다는 것은 곧 산란이 활발히 이루어지고 있음을 의미한다. 한편, 알주머니에서 부화한 수정란은 6期の nauplius와 5期の copepodid 유생기를 지난 다음, 성체가 되며(Do et al., 1984), copepodid 기간은 세대기간의 70~75%를 차지한다고 알려져 있다(Toda, 1990). Do and Kajihara(1986)와 Costanzo and Calafiore(1987)는 기생성 요각류의 출현개체수의 변동을 이용하여 세대를 구분하였으며, 개체수가 뚜렷하게 감소하는 시기를 1世代의 경계로 판단하였다. 본 연구에서 포란성체 뿐만 아니라 copepodid 개체수의 변동 양상도 명백한 周期性을

나타내고 있음이 밝혀졌다. 즉, 포란성체 비율의 변동을 살펴보면 5, 7, 9월과 11월에 각각 1개씩의 頂點이 나타났고, 1개월 후에는 어김없이 copepodid의 정점이 나타났다(Fig. 5). 포란성체의 출현에서 다음 포란성체의 출현시기를 世代期間이라고 한다면, 연중 4세대가 나타나는 것으로 추정된다. 편의상 봄의 첫 산란분을 제1세대의 시작으로 보면, 제1세대는 5~7월, 제2세대는 7~9월, 제3세대는 9~11월 그리고 제4세대는 11월에서 다음해 5월로 이어진다. 따라서 *P. spinosus*는 영산강 하구둑의 진주담치에서 완전한 생식환(reproductive cycle)을 이루고 있는 것으로 판단된다. 앞에 기술한 각 세대기간은 Toda(1990)가 실험실에서 밝힌 세대기간과도 잘 일치한다.

제1세대인 6월과 7월에 채집된 개체수가 전체의 33.6%를 차지하며 다른 세대에 비교하여 가장 커다란 개체군을 이루었음이 밝혀졌다. 그러나, 제4세대는 12~5월 기간 중 6회에 걸쳐 채집하였음에도 불구하고 채집된 개체수가 전체의 25.4%에 불과하여 개체군의 크기가 가장 작았던 것으로 나타났다. Toda(1990)는 각 세대간의 개체군의 규모는 수온과 밀접한 관계가 있음을 밝혔다. 본 연구에서도 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 예를 들어 제4세대의 경우 12월에 copepodid가 가장 많이 나타났으나, 10°C 이하의 수온이 유지된 다음해 4월까지(Fig. 2)는 월간사망율이 0.23~0.59에 달하였다. 그러나 이러한 높은 사망율에도 불구하고 개체군은 저수온기를 견디어내어 봄철의 새로운 世代로 이어졌다. 또한, 숙주인 진주담치가 亞寒帶해역에 광범위하게 분포하고 있는 점을 감안하면, *P. spinosus*의 분포한계는 저수온(10°C 이하) 기간의 길이에 의존한다고 여겨진다. 이러한 추정은 수온이 10°C 이하로 내려가면 산란활동 및 성장을 멈추는 생리적 특징을 갖는다는 Toda(1990)의 보고에 의하여 뒷받침된다.

性比(수컷/암컷)의 자료에서 *P. spinosus*에 관한 몇 가지 생물학적으로 흥미로운 사실을 발견할 수 있었다(Table 1). 전체의 성비가 1.04이었으나, 6월의 성비는 1.76으로 나타나 5월의 산란분은 이례적으로 많은 부분이 수컷으로 성장하였음을 의미한다. 개체군의 성장이라는 관점에서는 절대적으로 암컷의 기여도가 클 것임에도 불구하고 제1세대에서 수컷의 비율이 높았다는 것은 흥미해 볼 필요가 있다.

Kajihara and Nakamura(1985)는 사육실험에서 1회 교미한 암컷이 20회 이상 산란하였다고 보고하였다. 그러므로 제1세대에서 수컷을 많이 생산하여 교미의 성공률을 높이는 것이 다음 世代의 수정란 생산을 보장할 수 있고, 이것이 결과적으로 개체군의 성장에 유리하게 작용할 수 있으리라 추정된다. 한편 1월을 제외하고 저수온기인 겨울 동안 성비는 1.0 이하이었으며, 특히 제4세대의 마지막 달인 5월에는 0.21로 암컷의 비율이 매우 높게 나타났다. 또한 고수온기인 9월에도 성비가 0.63으로 낮게 나타났다. 이러한 현상은 암컷체장의 0.7배에 불과한 수컷의 耐溫범위가 암컷에 비하여 좁기 때문에 사망율이 높게 나타났던 것으로 사료된다. 그러나 11월에 성비가 0.54로 낮게 나타난 현상은 수컷의 높은 사망률을 수온만으로 충분히 설명할 수 없음을 보여주고 있다.

Do et al.(1984)은 *P. spinosus*의 유생발달 과정에서 copepodid 1기에 기생생활에 적합한 형태변이가 일어나며, 실험실에서 진주담치를 숙주로하여 copepodid 1기에서 성체까지 성공적으로 사육하였다. 본 조사기간 중 채집된 copepodid는 635개체이었고, 이 가운데 copepodid 4기와 5기는 610개체로 전체의 96%를 차지하였으나 1~3기는 4%에 불과하였다(Table 2). 야외조사에서 얻어진 본 연구결과는 Do et al.(1984)의 copepodid 1기부터 기생생활에 들어간다는 실험실 결과가 자연환경에서 재현되고 있지 않으며, 오히려 copepodid 1기보다는 4기부터 진주담치에 본격적으로 기생하기 시작하고 있음을 시사해주고 있다.

## 감사의 글

자료의 해석에 도움을 주신 전남대 해양학과 유환수, 차성식 교수님께 감사를 드리며, 원고의 보완 사항을 지적하여 주신 두 분의 심사위원께 고마움을 표합니다. 시료의 채집과 분석을 도와준 전남대 해양학과 심재덕, 서호영군께 감사드립니다.

## 참고문헌

- Bolster, G.C., 1954. The biology and dispersal of *Mytilicola intestinalis* Steuer, a copepod parasite of mussels. *Fish. Invest. Lond. (Ser. 2)*, 18: 1-30.
- Campbell, S.A., 1970. The occurrence and effects of *Myri-*

- licola intestinalis* in *Mytilus edulis*. *Mar. Biol.*, **5**: 89-95.
- Comer, E.D.S. and S.C.M. O'Hara, 1986. The biological chemistry of marine copepods. Oxford Univ. Press, London, 358pp.
- Costanzo, G. and N. Calafiore, 1987. Seasonal fluctuation of *Modiolicola insignis* Aurivillius, 1882 (Copepoda: Poecilostomatoida: Sabelliphilidae), associated with *Mytilus galloprovincialis* in Lake Faro (Messina). *J. Crust. Biol.*, **7**: 77-86.
- Davey, J.T., 1989. *Mytilicola intestinalis* (Copepoda: Cyclopoida): a ten year survey of infested mussels in a Cornish Estuary. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **69**: 823-836.
- Davey, J.T. and J.M. Gee, 1976. The occurrence of *Mytilicola intestinalis* Steuer, and intestinal copepod parasite of *Mytilus*, in the South-West of England. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **56**: 85-94.
- Davey, J.T., J.M. Gee and S.L. Moore, 1978. Population dynamics of *Mytilicola intestinalis* in *Mytilus edulis* in South West England. *Mar. Biol.*, **45**: 319-327.
- Dinamani, P. and D.B. Gordon, 1974. On the habits and nature of association of the copepod *Pseudomyicola spinosus* with the rock oyster *Crassostrea glomerata* in New Zealand. *J. Invertebr. Pathol.*, **24**: 305-310.
- Do, T.T. and T. Kajihara, 1986. Studies on parasitic copepod fauna and biology of *Pseudomyicola spinosus*, associated with blue mussel, *Mytilus edulis galloprovincialis* in Japan. *Bull. Ocean Res. Inst., Univ. Tokyo*, **23**: 1-63.
- Do, T.T., T. Kajihara and J.S. Ho, 1984. The life history of *Pseudomyicola spinosus* (Raffaele & Monticelli, 1885) from the blue mussel, *Mytilus edulis galloprovincialis* in Tokyo Bay, Japan, with notes on the production of atypical male. *Bull. Ocean Res. Inst., Univ. Tokyo*, **17**: 1-65.
- Gotto, R.V. 1979. The association of copepods with marine invertebrates. *Adv. Mar. Biol.*, **16**: 1-109.
- Ho, J.S., 1980. Origin and dispersal of *Mytilus edulis* in Japan deduced from its present status of copepod parasitism. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, **25**: 293-313.
- Ho, J.S. and I.H. Kim, 1989. *Lophoura* (Copepoda: Sphyrriidae) parasitic on the rattails (Pisces: Macrouridae) in the Pacific, with notes on *Sphyrion lumpi* from the Sea of Japan. *Publ. Seto Mar. Biol. Lab.*, **34**: 37-54.
- Humes, A.G., 1968. The cyclopoid copepod *Pseudomyicola spinosus* (Raffaele & Monticelli) from marine pelecypods, chiefly in Bermuda and the West Indies. *Beaufortia*, **14**: 203-226.
- Kabata, Z., 1979. Parasitic Copepoda of British fishes. Ray Soc., London, 226pp.
- Kabata, Z., 1981. Copepoda (Crustacea) parasitic on fishes: problem and perspectives. *Adv. Parasitol.*, **19**: 1-71.
- Kajihara, T. and K. Nakamura, 1985. Life span and oviposition of the parasitic copepod *Pseudomyicola spinosus* under rearing conditions. *Mar. Biol.*, **87**: 55-60.
- Kim, I.H., in press. A new harpacticoid copepod, *Namakosiramia koreensis*, n. sp., parasitic on holothurians from Korea. The Proceedings of the Fourth International Conference on Copepoda.
- Ko, Y., Y. Murakami and K. Daiku, 1962. The biology of the commensal copepods in Japanese marine bivalves. *Rec. Oceanogr. Works in Japan*, Special No. 6: 113-119.
- Marshall, S.M. and A.P. Orr, 1955. The biology of a marine copepod. Oliver and Boyd, Edinburgh, 188 pp.
- Nakamura K. and T. Kajihara, 1979. Distribution of a cyclopoid copepod, *Pseudomyicola ostreae* Yamaguti, associated with the marine mussel, *Mytilus edulis galloprovincialis* Lamarck, in Tokyo Bay, Japan. *Proc. Jap. Soc. Syst. Zool.*, **16**: 17-22.
- Paul, J.D., 1983. The incidence and effects of *Mytilicola intestinalis* in *Mytilus edulis* from the Rias of Galicia, north west Spain. *Aquaculture*, **31**: 1-10.
- Pregener, C., 1983. Survey of metazoan symbionts of *Mytilus edulis* (Mollusca: Pelecypoda) in southern Australia. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, **34**: 387-396.
- Tanaka, O., 1961. On copepods associated with marine pelecypods in Kyushu. *J. Fac. Agric. Kyushu Univ.*, **11**: 249-278.
- Toda, T., 1990. Physiological ecology of commensal and parasitic copepods associated with bivalves. Ph. D. thesis, Univ. Tokyo, 159pp (in Japanese).
- Suh, H.L. and S.D. Choi, 1990. Two copepods (Crustacea) parasitic on the blue mussel, *Mytilus galloprovincialis*, from the Yongsan River estuary in Korea. *Bull. Korean Fish. Soc.*, **23**: 137-140.
- Williams, C.S., 1969. The life history of *Mytilicola intestinalis* Steuer. *J. Cons. int. Explor. Mer.*, **32**: 419-423.
- Wilson, C.B., 1938. A new copepod from Japanese oysters transplanted to the Pacific coast of the United States. *J. Wash. Acad. Sci.*, **28**: 284-288.
- Yamaguti, S., 1936. Parasitic copepods from mollusks of Japan. *J. Jap. J. Zool.*, **7**: 113-127.

Received January 9, 1991

Accepted March 27, 1991